

БУДУЩЕЕ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН

Михалев Н.Е, Буренков В.В.

ФГАОУ ВПО Уральский Федеральный Университет имени первого президента России Б.Н.Ельцина, Институт радиоэлектроники и информационных технологий, кафедра высокочастотных средств радиосвязи и телевидения, Екатеринбург, Россия.

Введение

Прорыв и инновации, превосходство и прибыль – вот термины, описывающие ситуацию на мировом рынке и в отдельно взятых странах в настоящее время. За последние десятилетия мир стал более технологичным и развитым. Мы привыкли к тому, что, к примеру, через каждые пару месяцев появляются всё более совершенные модели компьютеров, сотовых телефонов, автомобилей, бытовой техники и т.д. Темп жизни ускоряется, становится всё быстрее. Значительно возросли потоки информации, а вместе с тем и скорости передачи этой самой информации на огромные расстояния. Сигналы передаются с использованием различных средств: оптоволоконных линий передачи, медных кабелей и др. Однако существующие ресурсы постепенно исчерпываются из-за существующих в них ограничений по объёму и скорости передачи данных. Единственным, до сих пор не использованным в полном объёме, остаётся метод передачи информации с помощью радиоволн. Не смотря на загруженность радиочастотного спектра, остаются, достаточно, широкие полосы частот, которые осваиваются по мере развития технической базы: схемотехнических устройств, антенн и прочее.

Обзор рынка

В настоящее время основные мобильные системы связи работают на частотах до 3 ГГц: системы связи 4G (ограничиваются рабочей частотой 2665 МГц (LTE сети)). При этом обеспечивается скорость передачи данных до 100 Мбит/с. С одной стороны, данные показатели очень хороши для современного пользователя, а с другой - потребности растут с каждым годом, и в ближайшем будущем этого может не хватить для удовлетворения спроса. Вот здесь и потребуются системы связи миллиметрового диапазона. Особенности миллиметровых радиоволн определяют их широкое применение в системах радиолокации, дистанционного зондирования, навигации и связи. Наиболее перспективным в настоящий момент является использование радиоволн миллиметрового диапазона для создания сверхвысокоскоростных беспроводных транспортных сетей мобильного трафика. Такие сети уже сейчас способны обеспечить скорость передачи данных до 10 Гбит/с, используя при этом более простые методы модуляции без применения дополнительных алгоритмов кодирования. В настоящий момент в Европе, ведутся разработки оборудования, которое

введёт новый стандарт сотовой связи – 5G. В планах к 2020 году завершить все работы по проектированию и созданию такого оборудования и провести комплекс испытаний с целью дальнейшего внедрения нового стандарта в повседневное использование гражданами.

Аналогичные разработки ведутся и в России компанией ОАО «Мегафон» совместно с китайской компанией «Huawei», причём амбиции этих двух гигантов несколько выше, нежели у европейских коллег, что следует из заявления, размещённого на сайте компании «Huawei»: «Сеть нового поколения будет протестирована накануне Чемпионата мира по футболу 2018 года», который, как известно многим, будет проходить в России. Данное обстоятельство накладывает особые обязательства на «Мегафон». Остаётся надеяться, что у двух гигантов получится реализовать задуманное.

Характеристика

Весь спектр 3-300 ГГц считается диапазоном миллиметровых волн с длиной волны от 1 до 100 мм. Из него выделяют три основные перспективные полосы частот: 71-76, 81-86, 92-95 ГГц, которые относятся к, так называемому, Е-диапазону. Такое разделение спектра произошло из-за особенностей распространения миллиметровых волн (ММВ) в диапазоне от 60 ГГц до 100 ГГц. Согласно проведённым исследованиям, авторы статьи «Особенности проектирования систем связи миллиметрового диапазона радиоволн» А.В. Тихомиров и Е.В. Омелянчук пишут, что интенсивное поглощение происходит на волнах 2,5 мм (120 ГГц) и 5 мм (60 ГГц) для кислорода, а также на волнах 1,8 мм (167 ГГц) и 13,5 мм (22 ГГц) для водяного пара. В углекислом газе, озоне и метане поглощения миллиметровых радиоволн не происходит. Частоты 71-76, 81-86, 92-95 ГГц являются «окнами» распространения.

Преимущества:

1) Возможность обеспечить скорость обмена данными до 10 Гбит/с, а в далёкой перспективе и выше, что, по меньшей мере, в 100 раз больше существующих показателей на сегодня. Эта возможность, по сути, является ключевой.

2) Возможность существенного снижения габаритов антенных систем. Миниатюрные антенны испытывают гораздо меньшую ветровую нагрузку, что весьма ощутимо сказывается на стоимости системы связи. А также благодаря этому немаловажному параметру, обеспечивается, по сути, безграничные возможности использования антенн миллиметрового диапазона.

3) Передача и/или прием в ММВ основаны на узконаправленном луче, благодаря чему отсутствует взаимовлияние между соседними базовыми станциями и увеличивается

дальность действия канала связи ММВ. Данный параметр позволяет максимально близко располагать антенны друг к другу, до нескольких сантиметров, что имеет огромный плюс при создании базовой станции работающей на многих частотах.

Недостатки:

Влага – основной источник проблем для ММВ-линий. Затухание сигнала во время сильного ливня или снега может достигать 30–50 дБ/км. Однако такие осадки в средних широтах наблюдаются редко и заканчиваются быстро: по словам Николая Мацнева, генерального директора компании «НТЦ ФИОРД», активно использующей миллиметровые радиомосты на московских магистралях, максимальная продолжительность отказа линии связи вследствие дождя за все время эксплуатации не превысила 22 мин. — вполне, впрочем, достаточных для того, чтобы клиент начал обрывать телефоны оператора.

Практическая часть

На кафедре «Высокочастотные средства радиосвязи и телевидения» университета «УрФУ им. первого президента России Б.Н. Ельцина» были спроектированы в среде Ansoft «HFSS» две измерительные антенны миллиметрового диапазона: рупорная на диапазон частот 20-30 ГГц (рис.1) и полосковая на диапазон частот 30-40 ГГц (рис.2). Рупорную антенну реализовали на практике (рис.3), а также провели измерения коэффициента стоячей волны (рис.4).

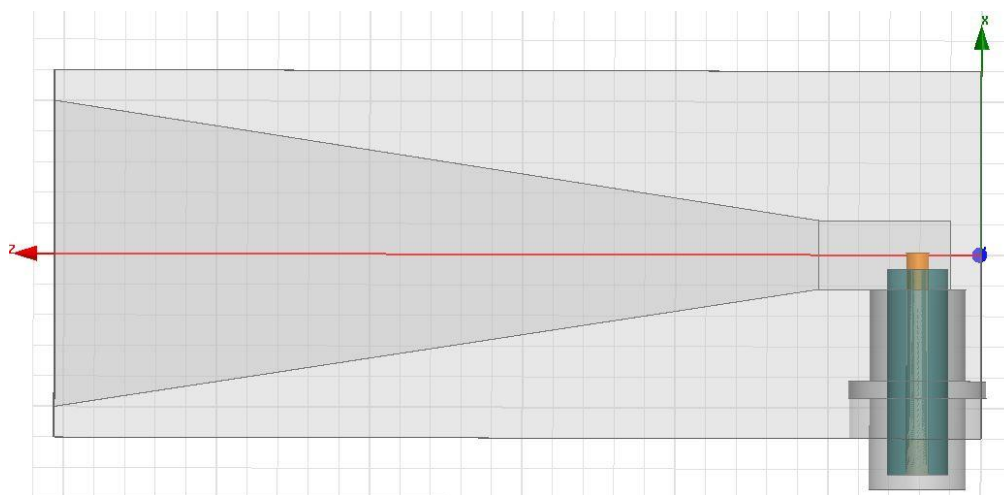


Рисунок 1. Модель рупорной антенны с ВЧ разъёмом.

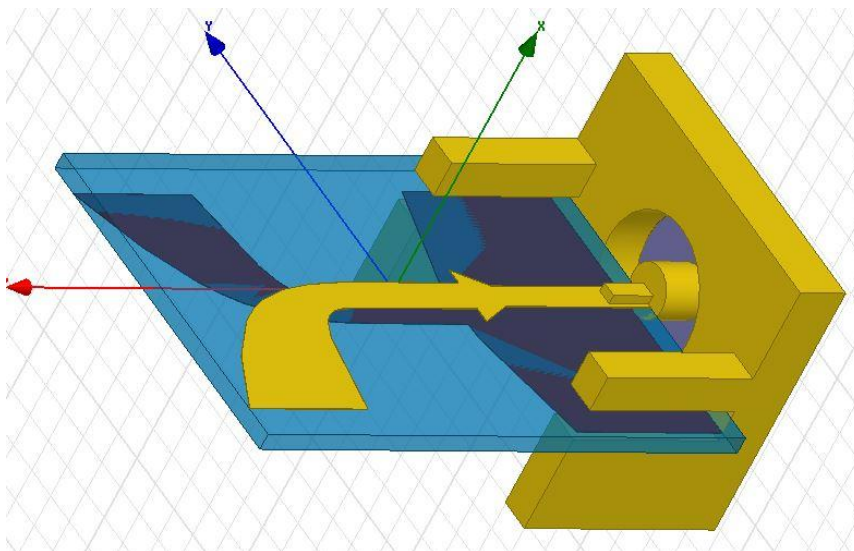


Рисунок 2. Модель антенны Вивальди с ВЧ разбѐмом.

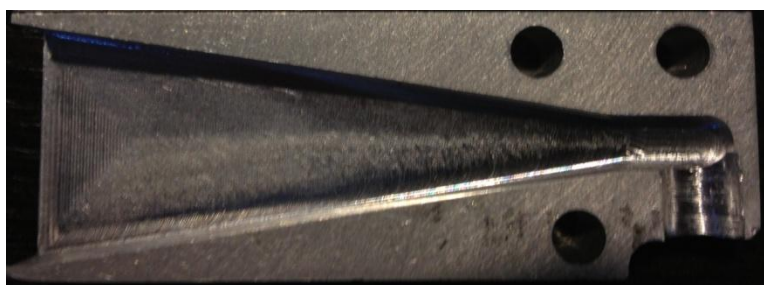


Рисунок 3. Макет рупорной антенны в сечении по оси симметрии.

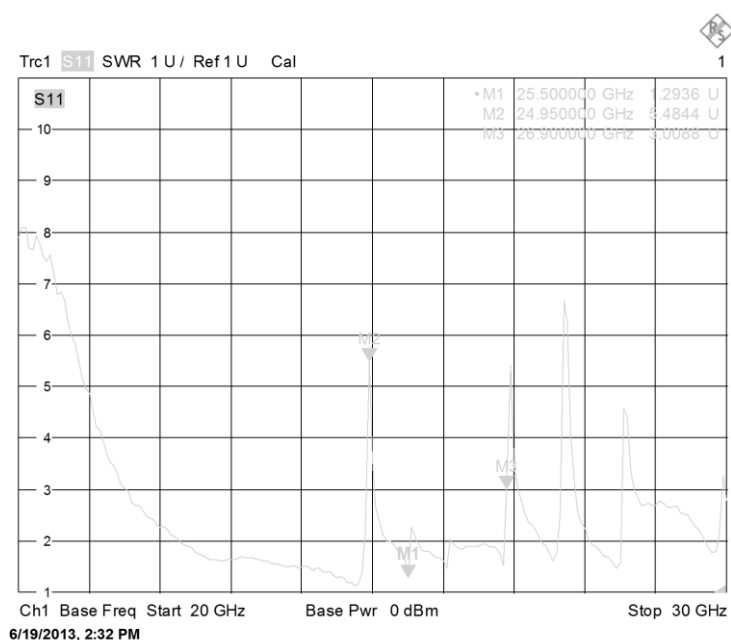


Рисунок 4. Измеренный КСВ рупорной антенны

Получившиеся характеристики рупорной антенны имеют хорошие показатели: КСВ, практически, на всѐм диапазоне частот попадает в уровень < 2 , однако имеются значения КСВ превышающие заданный уровень. Это можно объяснить тем, что в разработке антенны

был использован SMA разъём 3,5 мм, который предназначен для работы на частотах до 18 ГГц, по этой причине в данном разъёме возникают высшие типы волн. Также к причинам высокого уровня КСВ можно отнести производственные особенности, т.к. антенна на заданных частотах имеет малый размер, что требует высокой точности при изготовлении детали.

Заключение

В заключении, отмечу, что в настоящее время проявляется повышенный интерес к ММВ, так как существует необходимость расширения радиочастотного спектра для коммерческого применения. К тому же постепенно разрабатываются новейшие устройства (усилители и пр.), которые позволят реализовать на практике сверхскоростные системы связи. И в ближайшее годы ожидается активное развитие сверхвысокоскоростных беспроводных мобильных сетей. Данный сегмент рынка оценивается в десятки миллионов долларов. Прибыль значительно превысит затраты, что делает эту сферу экономически сверхприбыльной.

Список литературы

1. А.В. Тихомиров и Е.В. Омелянчук. Особенности проектирования систем связи миллиметрового диапазона радиоволн, Инженерный вестник Дона, выпуск № 2(25)/том 25/2013;
2. Г.Т. Марков, Д.М. Сазонов Антенны, Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Энергия, 1975. – 528 с;
3. И.П. Соловьянова, С.Н. Шабунин Волноводы и объёмные резонаторы/методические указания к решению задач, Электродинамика и распространение радиоволн, Екатеринбург: УГТУ, 1999. - 40 С;
4. Kamil PÍTRA, Zbyněk RAIDA Planar Millimeter-Wave Antennas: A Comparative Study;
5. Majid Manteghi , Yahya Rahmat-Samii A Novel UWB Feeding Mechanism for the TEM Horn Antenna, Reflector IRA, and the Vivaldi Antenna;
6. www.huawei.com/ru.